

(19) REPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 738 360

(21) N° d'enregistrement national : 93 03477

(51) Int Cl⁶ : G 02 F 1/39

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 24.03.93.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 07.03.97 Bulletin 97/10.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(71) Demandeur(s) : BM INDUSTRIES SOCIETE
ANONYME — FR.

(72) Inventeur(s) : BRASSART GILLES.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : BRASSART GILLES.

(54) DISPOSITIF POUR LA GENERATION DE FREQUENCES OPTIQUES A PARTIR D'UNE FREQUENCE FONDAMENTALE.

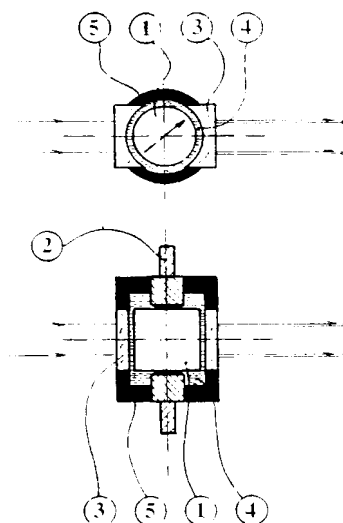
(57) L'invention concerne un dispositif pour la génération de fréquences optiques à partir d'une fréquence fondamentale.

Il est constitué d'un cristal cylindrique dont l'axe optique privilégié vis à vis des interactions à trois ondes est perpendiculaire à l'axe du cylindre, de deux hublots taillés en lentilles planes concaves divergentes, d'un liquide et d'une enceinte étanche.

Les indices des hublots et du liquide ont pour les fréquences optiques mises en oeuvre, des valeurs proches d'une valeur moyenne des indices du cristal de sorte que le dispositif s'apparente à une lame à faces parallèles quelle que soit la position en rotation de l'axe du cristal.

Le dispositif est le siège de la génération d'harmoniques ou d'amplification et d'oscillation paramétrique à partir d'une onde fondamentale dont la fréquence optique est fixe ou accordable.

Le dispositif selon l'invention est particulièrement destiné aux applications civiles ou militaires des lasers accordables en fréquence.



FR 2 738 360 - A1



La présente invention concerne un dispositif pour la génération de fréquences optiques à partir d'une fréquence fondamentale.

L'interaction entre un champ électromagnétique et la matière réalise, dans des conditions particulières, un transfert de fréquence optique à partir d'une fréquence fondamentale issue d'un émetteur laser. Ce transfert met en oeuvre des procédés d'optique non linéaire et la présente invention utilise l'interaction non linéaire de trois ondes dans un matériau optiquement transparent et dont la structure n'est pas centro-symétrique.

Les pulsations optiques des trois ondes et leurs vecteurs d'onde associés sont successivement désignés par w_1 , w_2 , w_3 , $\langle k_1 \rangle$, $\langle k_2 \rangle$, $\langle k_3 \rangle$. Le signe $\langle \rangle$ désigne une grandeur vectorielle. Dans l'interaction à trois ondes, la relation de conservation d'énergie s'exprime par : $w_1 = w_2 + w_3$; et la relation d'adaptation de phase s'exprime par $\langle k_1 \rangle = \langle k_2 \rangle + \langle k_3 \rangle$. La génération de l'onde w_1 à partir des ondes w_2 et w_3 est traditionnellement appelée génération d'harmoniques. Ainsi, par exemple, lorsque $w_2 = w_3 = w$, l'onde w est appelée onde fondamentale et $w_1 = 2w$ est appelée onde harmonique-2. Dans tous les cas l'addition des fréquences w_2 et w_3 engendre une énergie à la fréquence w_1 . La soustraction des fréquences w_1 et w_2 pour engendrer une énergie à la fréquence harmonique w_3 est une interaction moins usitée. La génération des ondes w_2 et w_3 à partir de l'onde w_1 est traditionnellement appelée amplification ou oscillation paramétrique.

Quelle que soit la nature de l'interaction à trois ondes, le cristal optique qui est le siège du transfert de fréquence est souvent uniaxe et parfois biaxe. La relation d'adaptation de phase consiste à repérer les conditions spatiales pour lesquelles les ellipsoïdes des indices relatives aux trois ondes ont des intersections communes. Certaines de ces zones d'intersection offrent des rendements énergétiques dans le transfert de fréquence plus importants que dans d'autres zones. Les zones pour lesquelles l'interaction est optimale dépendent également de la taille du cristal optique. Ainsi, par exemple, dans la génération de l'onde harmonique-2, la taille de type 1 consiste à ce que l'onde fondamentale se propage sur l'onde ordinaire du cristal optique et l'onde harmonique-2 se propage sur l'onde extraordinaire du cristal optique. Il est courant de se placer dans les conditions de taille de type 1 ou de taille de type 2 dans l'interaction à trois ondes.

Traditionnellement, l'adaptation de phase se réalise en orientant le cristal vis à vis de (ou des) l'onde(s) incidente(s) de façon à ce que l'angle réalisé entre l'axe optique privilégié du cristal et le vecteur de Poynting de (ou des) l'onde(s) incidente(s) soit optimal. Dans ces conditions le rendement énergétique du transfert est maximum. Cet angle est désigné par angle critique d'adaptation de phase. Dans la direction perpendiculaire au plan de l'angle critique, l'orientation du cristal est moins délicate. Ainsi, par exemple, la génération de l'onde harmonique-2 à partir d'une onde fondamentale accordable en fréquence, nécessite un réajustement de l'angle critique à chaque fois que la fréquence de l'onde fondamentale change sensiblement ; dans la direction perpendiculaire, le réajustement est inutile. L'un des inconvénients majeurs à un

transfert de fréquence par génération d'harmoniques lorsque l'onde fondamentale est accordable et l'effet d'oeil de chat qui d'une part, limite la section du faisceau incident dans le cristal et décale d'autre part, le faisceau de l'onde harmonique parallèlement au faisceau incident.

- 5 Le dispositif selon l'invention permet de remédier à cet inconvénient. En effet, le cristal est taillé en forme de cylindre en respectant le type de taille et de façon à ce que le plan de section transverse du cylindre inclut l'angle critique d'adaptation de phase. La figure 1 représente en coupe, le dispositif selon l'invention. En référence à ce dessin, le dispositif présente le cristal (1) monté sur l'axe mécanique rotatif (2), les hublots (3) taillés en
- 10 forme de lentilles planes concaves divergentes et le liquide d'adaptation d'indice (4). L'ensemble de ces constituants du dispositif est placé dans une enceinte (5) étanche. Les indices de réfraction des hublots et du liquide sont choisis de façon à ce que leurs valeurs s'approchent pour les fréquences mises en oeuvre, le plus étroitement possible, d'une valeur moyenne des indices du cristal. L'ensemble hublots-cristal-liquide agit vis à vis
- 15 de la lumière comme une lame à face parallèle fixe, quelle que soit l'orientation du cristal définit par l'axe mécanique. Ainsi, lorsque l'onde incidente change de fréquence, l'adaptation de phase est assurée sans diminuer l'ouverture optique du dispositif. L'onde harmonique générée reste dans une direction unique.
- A titre d'exemple, dans le tri borate de lithium (LBO), la génération de l'harmonique-2 à
- 20 partir d'une onde fondamentale issue d'un laser à saphir dopé par l'ion titane nécessite une variation de l'angle critique de 40 degrés lorsque l'onde fondamentale varie de 680 nm à 1050 nm. Le dispositif selon l'invention permet de générer une onde harmonique entre 340 nm et 525 nm sans effet d'oeil de chat.
- L'intervalle de liquide entre le cristal et les hublots est constant et minimum de façon à
- 25 éviter les gradients thermiques qui peuvent s'installer au sein du liquide.
- Le dispositif selon l'invention peut également être utilisé pour amplification et l'oscillation paramétrique.
- Le dispositif selon l'invention peut également être utilisé pour corriger la valeur de l'angle critique lorsque la température du cristal évolue.
- 30 Le dispositif selon l'invention est particulièrement destiné aux applications civiles et militaires des lasers accordables en fréquence.

REVENDICATIONS

- 1 - Dispositif pour la génération de fréquences optiques à partir d'une fréquence fondamentale caractérisé en ce qu'il comporte un cristal cylindrique placé dans une enceinte étanche, deux hublots façonnés en lentilles planes concaves divergentes ; le cristal et les faces internes des hublots baignent dans un liquide
- 2 - Dispositif pour la génération de fréquences optiques à partir d'une fréquence fondamentale selon la revendication 1, caractérisé en ce que les indices de réfraction du liquide et des hublots sont choisis de façon à ce que leurs valeurs s'approchent, pour les fréquences optiques mises en oeuvre, le plus étroitement possible, d'une valeur moyenne des indices du cristal.
- 3 - Dispositif pour la génération de fréquences optiques à partir d'une fréquence fondamentale selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'axe du cylindre du cristal soit confondu avec un axe mécanique rotatif de façon à ce que le cristal tourne autour de son axe.
- 4 - Dispositif pour la génération de fréquences optiques à partir d'une fréquence fondamentale selon la revendication 1, caractérisé en ce que le cristal est uniaxe ou biaxe et taillé de façon à ce que l'axe optique privilégié dans une interaction à trois ondes et l'axe du faisceau principal incident soient dans le plan de section transverse du cylindre du cristal et qu'ils définissent entre eux l'angle critique d'adaptation de phase.
- 5 - Dispositif pour la génération de fréquences optiques à partir d'une fréquence fondamentale selon les revendications 1, 2, 3, caractérisé en ce qu'il agit optiquement vis à vis du faisceau de lumière incident et des faisceaux harmoniques, comme une lame à faces parallèles fixe, quelle que soit la position de l'axe mécanique rotatif.
- 6 - Dispositif pour la génération de fréquences optiques à partir d'une fréquence fondamentale selon les revendications 1, 2, 3, et 4, caractérisé en ce que son ouverture optique est constante quelle que soit la position de l'axe mécanique rotatif.
- 7 - Dispositif pour la génération de fréquences optiques à partir d'une fréquence fondamentale selon les revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est le siège d'une génération d'harmoniques à partir d'une onde fondamentale accordable ou non en fréquence et dont l'angle critique de l'adaptation de phase est accessible par rotation de l'axe mécanique.
- 8 - Dispositif pour la génération de fréquences optiques à partir d'une fréquence fondamentale selon les revendications de 1 à 6, caractérisé en ce qu'il est le siège d'une amplification ou d'une oscillation paramétrique à partir d'une onde fondamentale et dont l'angle critique de l'adaptation de phase est accessible par rotation de l'axe mécanique.
- 9 - Dispositif pour la génération de fréquences optiques à partir d'une fréquence fondamentale selon les revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est utilisé pour corriger la valeur de l'angle critique lorsque la température du cristal évolue.
- 10 - Dispositif pour la génération de fréquences optiques à partir d'une fréquence fondamentale selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'intervalle de liquide entre les faces internes des hublots et la surface latérale du cristal est constant et le plus petit possible.

111

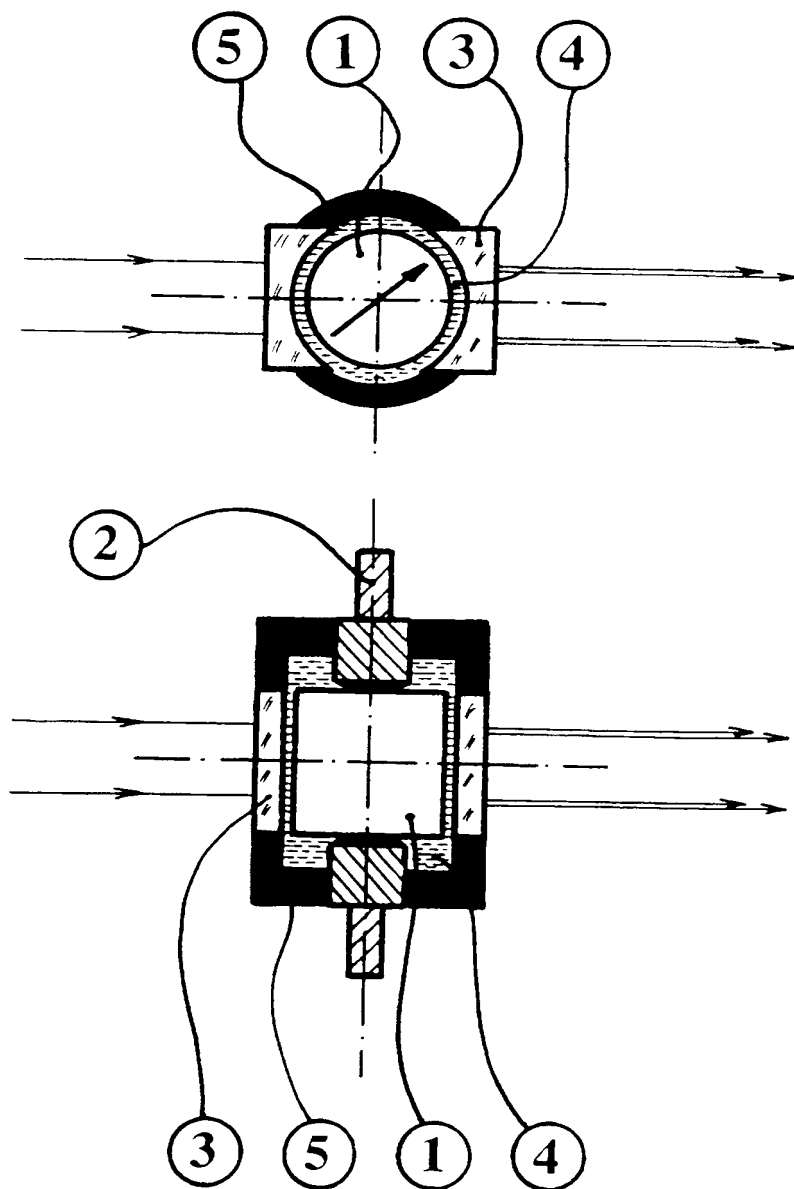


Figure n° 1

